



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 21 660 A 1**

⑤⑦ Int. Cl. 7:  
**F 16 K 27/00**  
F 16 K 7/00

②① Aktenzeichen: 199 21 660.6  
②② Anmeldetag: 11. 5. 1999  
④③ Offenlegungstag: 30. 11. 2000

DE 199 21 660 A 1

⑦① Anmelder:  
FESTO AG & Co, 73734 Esslingen, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter &  
Abel, 73728 Esslingen

⑦② Erfinder:  
Weinmann, Michael, Dr., 73655 Plüderhausen, DE;  
Vollmer, Herbert, Dr., 73274 Notzingen, DE; Schmid,  
Edgar, 88529 Zwiefalten, DE

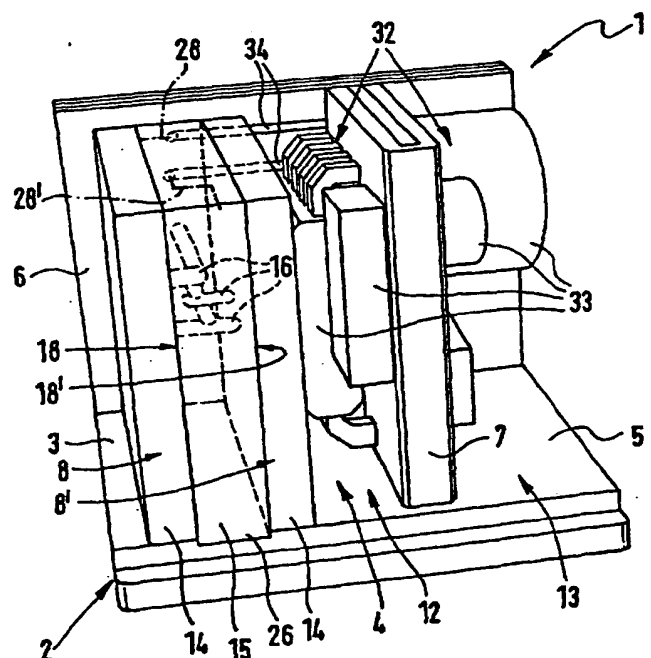
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 197 22 925 C1  
DE 38 10 788 A1  
GB 20 74 293 A  
US 56 40 995  
US 53 01 717  
WO 92 20 942 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Mikroventilanordnung

⑤⑦ Es wird eine Mikroventilanordnung (1) vorgeschlagen, die ein Gehäuse (2) aufweist, in dem mindestens ein Mikroventil (8, 8') untergebracht ist. Das Mikroventil (8, 8') ist unter Zwischenschaltung eines Ventilträgers (15) mittelbar an dem Gehäuse (2) festgelegt. Der Ventilträger (15) definiert zusammen mit dem Mikroventil (8, 8') ein kooperierendes Fluidkanalsystem (16) und dient zum anderen zur Entkopplung des Mikroventils (8, 8') von auf das Gehäuse (2) einwirkenden mechanischen und/oder thermischen Einflüssen.



DE 199 21 660 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Mikroventilanordnung, die über mindestens ein Mikroventil verfügt, durch das eine Fluidströmung steuerbar ist.

Aus der WO 92/20942 ist eine Mikroventilanordnung bekannt, die über einen zentralen Block verfügt, dem auf einer Seite mehrere Mikroventile zugeordnet sind. In dem zentralen Block befindet sich ein Fluidkanalsystem, das von einem Fluid durchströmt werden kann, wobei die Fluidströmung durch die Mikroventile gesteuert wird.

Die bekannte Mikroventilanordnung ist insbesondere für das Einsatzfeld der Gaschromatographie konzipiert. Hingegen eignet sich dieses bekannte Ventilkonzept nur unzureichend für Anwendungen in der industriellen Fluidtechnik und dabei insbesondere auf dem Sektor der Industriepneumatik. Die dort regelmäßig herrschenden unwirtschaftlichen Umgebungsverhältnisse würden unweigerlich Funktionsstörungen hervorrufen und die Lebensdauer der Mikroventilanordnung stark beeinträchtigen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Mikroventilanordnung zu schaffen, die sich auch unter ungünstigen Umgebungsverhältnissen zuverlässig mit hoher Lebensdauer betreiben läßt.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Mikroventilanordnung, die ein Gehäuse aufweist, in dem mindestens ein Mikroventil angeordnet ist, das unter Zwischenschaltung eines Ventilträgers an dem Gehäuse festgelegt ist, wobei der Ventilträger zum einen ein mit dem Mikroventil kooperierendes Fluidkanalsystem definiert und zum anderen das Mikroventil von auf das Gehäuse einwirkenden mechanischen und/oder thermischen Einflüssen entkoppelt.

Auf diese Weise liegt eine Mikroventilanordnung vor, deren Mikroventile durch das Gehäuse von der Umgebung abgeschirmt werden und die zudem, durch die Zwischenschaltung des Ventilträgers, vom Gehäuse so entkoppelt sind, daß die auf das Gehäuse einwirkenden mechanischen und/oder thermischen Belastungen zu einem Großteil abgehalten werden. Dabei kann durch die Ausgestaltung des Ventilträgers und insbesondere durch entsprechende Materialwahl eine spezifische Anpassung an die im industriellen Einsatz der Mikroventilanordnung üblicherweise auftretenden Umgebungseinflüsse erfolgen. Dabei kommt für den Ventilträger insbesondere ein Material mit hoher mechanischer Festigkeit, geringem Wärmeausdehnungskoeffizient, hoher Wärmeleitfähigkeit und elektrischem Isolationsvermögen in Frage. Vorteilhaft ist ein Werkstoff, dessen Elastizitätsmodul größer oder gleich dem Elastizitätsmodul des Grundkörpers der am Ventilträger angeordneten Mikroventile ist. Keramikmaterial, insbesondere Aluminiumoxid, hat sich als besonders empfehlenswert für den Aufbau des Ventilträgers erwiesen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Der Ventilträger verfügt zweckmäßigerweise über einen plattenförmigen Aufbau und kann gleichzeitig mit mehreren Mikroventilen bestückt sein. Eine besonders zweckmäßige Ausführungsform sieht vor, daß an dem Ventilträger zwei Mikroventile angebracht sind, die auf einander entgegengesetzten Seiten des Ventilträgers sitzen.

Bei einer Mehrfachanordnung von Mikroventilen besteht die vorteilhafte Möglichkeit, aufbauend auf Mikroventilen einer niederwertigen Funktionalität durch entsprechende Verknüpfung über das Fluidkanalsystem des Ventilträgers eine insgesamt höherwertige Ventulfunktionalität zu realisieren, die sich an entsprechenden Anschlüssen der Mikroventilanordnung abgreifen läßt. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, ausgehend von zwei 2/2-Mikroventilen, deren

eines in der Bauform "normalerweise geschlossen" und deren anderes in der Bauform "normalerweise geöffnet" ausgeführt ist, eine Mikroventilanordnung mit einer 3/2-Ventulfunktionalität zu erhalten.

Die Befestigung der Mikroventile auf dem Ventilträger erfolgt zweckmäßigerweise durch ein Klebverfahren, wobei der Kleber beispielsweise im Siebdruckverfahren oder mit einem Dispenser auf den Ventilträger aufgebracht wird. Elektrisch leitende Flächen oder Leiterbahnen aus Leitpaste, die für die elektrische Ansteuerung der einzelnen Mikroventile benötigt werden, können ebenfalls im Siebdruckverfahren auf den Ventilträger aufgebracht werden.

Um die Herstellung des Fluidkanalsystems des Ventilträgers zu vereinfachen, können die Fluidkanäle zumindest partiell in Form nutartiger Oberflächenvertiefungen ausgeführt werden, die in den Ventilträger eingebracht sind und vom jeweils angesetzten Mikroventil überdeckt werden.

Der Ventilträger kann durch geeignete Befestigungsmaßnahmen im Gehäuse der Mikroventilanordnung fixiert werden. Dabei kommen zweckmäßigerweise auch Zentriermittel zum Einsatz, die die exakte Lage des Ventilträgers bezüglich dem Gehäuse vorgeben.

Um eine optimale Entkopplung der Mikroventile vom umgebenden Gehäuse zu erhalten, ist die Anordnung zweckmäßigerweise so getroffen, daß die Mikroventile ausschließlich mit dem Ventilträger in Kontakt stehen und keine direkten Berührstellen mit dem Gehäuse haben.

Die Kommunikation der Mikroventile mit externen Fluidleitungen erfolgt über das Fluidkanalsystem und zweckmäßigerweise mehrere das Gehäuse durchsetzende Verbindungskanäle, die mit dem Fluidkanalsystem verbunden sind. Ein abgedichteter Fluidübertritt kann hier insbesondere durch Zwischenfügung eines geeigneten Dichteelementes erfolgen, das gleichzeitig bezüglich sämtlicher Fluidübertrittsstellungen die Dichtfunktion übernimmt.

Die zum Einsatz kommenden Mikroventile können insbesondere einen mikromechanisch strukturierten Aufbau haben, wobei eine Herstellung in Ätztechnik oder Abformtechnik möglich ist. Vorteilhafte Bauformen sehen Ventilkonzepte vor, die auf piezoelektrischem oder magnetostruktivem Funktionsprinzip basieren, oder aber auf einem Memorymetall-Funktionsprinzip.

Die zur Ansteuerung der Mikroventile verwendete Ventilelektronik befindet sich zweckmäßigerweise ebenfalls im Innern des Gehäuses.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Mikroventilanordnung ist das Gehäuse zumindest teilweise als MID-Körper ("Molded Interconnect Device") ausgeführt, wobei es unmittelbar mit einer zur elektrischen Kontaktierung der Ventilelektronikbauteile und/oder des mindestens einen Mikroventils dienenden Leiterstruktur versehen ist. Im Vergleich zu einer konventionellen planaren Leiterplattentechnologie, wie sie beispielsweise in der US 5 640 995 beschrieben wird, können auf diese Weise wesentlich komplexere und bei Bedarf auch dreidimensionale Leiterstrukturen realisiert werden, die zudem Bestandteil des Gehäuses sind, so daß sich unter Einsatz einer geringen Anzahl von Bauteilen kompakte elektrische Verknüpfungen realisieren lassen.

Die Leiterstruktur kann sich an der Innenseite der Außenwandung des Gehäuses und/oder an einer oder mehreren, im Gehäuseinnern angeordneten Zwischenwänden des Gehäuses befinden. Die zum Einsatz kommende MID-Technologie gestattet hier eine sehr variable Realisierung bedarfsgerechter Formgebung.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine bevorzugte Bauform der erfindungsgemäßen

Mikroventilanordnung, wobei das Gehäuse nur teilweise abgebildet ist, um die im Gehäuseinnern befindlichen Komponenten sichtbar zu machen,

Fig. 2 das bei der Mikroventilanordnung gemäß Fig. 1 verwendete und wiederum nur in Teildarstellung abgebildete Gehäuse in Einzeldarstellung,

Fig. 3 das Gehäuse aus Fig. 2, zusätzlich mit installierter Ventilelektronik und Abdichtmaßnahmen für die Fluidverbindung zum Ventilträger,

Fig. 4 eine Seitenansicht der Mikroventilanordnung mit Blickrichtung gemäß Pfeil IV aus Fig. 1 auf die Anschlußseite der Anordnung,

Fig. 5 den bei der Mikroventilanordnung gemäß Fig. 1 bis 4 zum Einsatz gelangenden Ventilträger in perspektivischer Einzeldarstellung, wobei strichpunktiert die an ihm sitzenden Mikroventile angedeutet sind und

Fig. 6 eine alternative Bauform des Ventilträgers.

Die Mikroventilanordnung 1 des Ausführungsbeispiels besitzt ein Gehäuse 2 mit vorzugsweise quaderförmiger und insbesondere würfelförmiger Außenkontur. In der Zeichnung ist die Außenwandung 3 des Gehäuses 2, die normalerweise einen zusammenhängenden Hohlkörper bildet, der einen Innenraum 4 definiert, zur Verbesserung der Übersichtlichkeit nur teilweise abgebildet. Sichtbar ist eine Bodenwand 5 und eine zur Anschlußseite der Mikroventilanordnung 1 orientierte, rechtwinkelig zur Bodenwand 5 verlaufende Seitenwand 6.

Das Gehäuse 2 verfügt desweiteren über eine den Innenraum 4 unterteilende Zwischenwand 7. Sie ist fest mit der Außenwandung 3 verbunden, wobei vorzugsweise eine integrale Bauweise vorgesehen ist.

Beim Ausführungsbeispiel ist die Zwischenwand 7 sowohl mit der Bodenwand 5 als auch mit der Seitenwand 6 einstückig verbunden.

Benachbart zur Zwischenwand 7 sind in dem Innenraum 4 zwei nur schematisch angedeutete Mikroventile 8, 8' untergebracht. Sie befinden sich beim Ausführungsbeispiel in einem ersten (12) der beiden durch die Zwischenwand 7 voneinander abgeteilten Teilräume 12, 13 des Innenraumes 4.

Die beiden Mikroventile 8, 8' verfügen über einen ein- oder mehrteiligen, beispielsweise in Schichtbauweise ausgeführten Grundkörper 14, der jeweils mindestens ein nicht näher dargestelltes Ventilglied und eine zugehörige Aktorik enthält. Es kann sich beispielsweise um Piezoventile handeln oder um Ventile, deren Aktivierung durch Magnetostraktion oder auf Basis des sogenannten Memorymetall-Effektes hervorgerufen wird. Das Ventilglied kann beispielsweise als Biegeelement oder als Membranelement ausgeführt sein, wobei auch eine elektrostatische Betätigung denkbar wäre. Zur Fertigung kommen insbesondere die aus der Mikrosystemtechnik bekannten Verfahren zum Einsatz, beispielsweise unter Verwendung einer Silizium-Ätztechnik oder eines Kunststoff-Abformungsverfahrens.

Die Mikroventile 8, 8' sind nicht direkt am Gehäuse 2 angebracht, die gehäusefeste Fixierung erfolgt vielmehr nur mittelbar unter Zwischenschaltung eines als Ventilträger 15 bezeichneten Zwischenglieds. Die Mikroventile 8, 8' sind an dem Ventilträger 15 befestigt, der seinerseits am Gehäuse 2 festgelegt ist. Zwischen den Mikroventilen 8, 8' und dem Gehäuse 2 liegt zweckmäßigerweise ein allseitiger Abstand vor, der aber sehr gering sein kann und daher in der Zeichnung nicht im einzelnen ausgewiesen ist.

Der Ventilträger 15 beinhaltet ein aus mehreren Fluidkanälen zusammengesetztes Fluidkanalsystem 16, das auch aus Fig. 5 und 6 gut ersichtlich ist. Es mündet mit Verbindungsöffnungen 17, 17' zu zwei äußeren Bestückungsflächen 18, 18' des Ventilträgers 15 aus, an denen die beiden

Mikroventile 8, 8' fixiert sind. Über die Verbindungsöffnungen 17, 17' kommuniziert das Fluidkanalsystem 16 mit nicht näher dargestellten Ventilkämen der Mikroventile 8, 8'.

Zur optimalen Ausnutzung des verfügbaren Einbaumaßes ist der Ventilträger 15 plattenartig ausgeführt, wobei sich die beiden Bestückungsflächen 18, 18' an den beiden einander entgegengesetzt orientierten größeren Plattenflächen befinden. Es ergibt sich dadurch ein sandwichartiger Aufbau, wobei die beiden Mikroventile 8, 8' den Ventilträger 15 zwischen sich einschließen.

Zweckmäßigerweise ist die Anordnung so getroffen, daß die Ausdehnungsebene des Ventilträgers 15 parallel zur Ausdehnungsebene der Zwischenwand 7 verläuft.

Das Fluidkanalsystem 16 verfügt über weitere Verbindungsöffnungen 22, die die Schnittstelle des Fluidkanalsystems 16 zur Umgebung der Mikroventilanordnung 1 darstellen. Sie befinden sich an einer Außenfläche des Ventilträgers 15 und vorliegend an der der Innenfläche der Seitenwand 6 zugewandten Schmalseite des Ventilträgers 15.

Würde das Gehäuse 2 im Bereich der weiteren Verbindungsöffnungen 22 über geeignete Aussparungen verfügen, könnten die weiteren Verbindungsöffnungen 22 unmittelbar zum Anschluß weiterführender Fluidleitungen oder Fluidkanäle herangezogen werden. Beim Ausführungsbeispiel ist jedoch vorgesehen, daß die Außenwandung 3 des Gehäuses 2 von Verbindungskanälen 23 durchsetzt ist, die zum einen über Anschlußöffnungen 24 an der Außenfläche der Außenwandung 3 ausmünden und die andererseits den weiteren Verbindungsöffnungen 22 derart gegenüberliegend an der Innenfläche der Seitenwand 6 münden, daß eine Verbindung zum Fluidkanalsystem 16 vorliegt. Dabei ist die fluidische Schnittstelle zwischen dem Ventilträger 15 und dem Gehäuse 2 abgedichtet, was beim Ausführungsbeispiel durch Zwischenschaltung eines aus geeignetem Dichtmaterial bestehenden Dichtelementes 25 geschieht. Dieses verfügt über einen maskenartigen Aufbau mit einer der Anzahl der Kanalübergänge entsprechenden Anzahl von Löchern, so daß es zur gleichzeitigen Abdichtung sämtlicher Kanalübergänge dient. Auf diese Weise erspart man sich eine Mehrzahl von Einzeldichtungen.

Der Ventilträger 15 ist durch geeignete Befestigungsmaßnahmen am Gehäuse 2 festgelegt. Beim Ausführungsbeispiel greift er mit einem randseitigen Halteabschnitt 26 formschlüssig in eine an der Innenfläche der Außenwandung 3 ausgenommene Haltevertiefung 27 ein, die einen Beitrag zur exakten Positionierung bzw. Zentrierung leistet. Zusätzlich ist der Ventilträger 15 durch Verkleben stoffschlüssig am Gehäuse 2 festgelegt. Denkbar sind aber auch andere, beispielsweise kraft- und/oder formschlüssige Verbindungen, zum Beispiel durch Verschrauben oder Verstiften. Jedenfalls bleiben die beiden Mikroventile 8, 8' von den gewählten Befestigungsmaßnahmen zweckmäßigerweise nicht unmittelbar beeinflusst.

Somit hat der Ventilträger 15 eine Mehrfachfunktion. Neben der Bereitstellung des der Zufuhr und Abfuhr des von den Mikroventilen zu steuernden Fluides dienenden Fluidkanalsystems 16 hat er die Funktion eines Entkopplungskörpers, der die an ihm befestigten Mikroventile 8, 8' von auf das Gehäuse 2 extern einwirkenden mechanischen und/oder thermischen Einflüssen entkoppelt. Auf diese Weise wird verhindert, daß die im Betrieb auf die Mikroventilanordnung 1 einwirkenden Umgebungseinflüsse – beispielsweise Temperaturschwankungen, Stöße oder Vibrationen – in einem schädlichen Maße auf die Mikroventile 8, 8' übertragen werden.

Diese Vorgaben erfüllt der Ventilträger 15 im wesentlichen durch eine auf den Aufbau der Mikroventile 8, 8' abgestimmte Materialwahl. Beim Ausführungsbeispiel besteht er

aus Keramikmaterial, wobei sich Aluminiumoxidmaterial als besonders zweckmäßig erwiesen hat. Material dieser Art zeichnet sich durch eine hohe mechanische Festigkeit, geringen Wärmeausdehnungskoeffizient, hohe Wärmeleitfähigkeit und elektrisch isolierende Eigenschaften aus. Der Elastizitätsmodul (E-Modul) des Ventilträgers 15 ist dabei vorzugsweise gleich oder größer als der Elastizitätsmodul der Grundkörper 14 der am Ventilträger 15 befestigten Mikroventile 8, 8'.

Die Mikroventile 8, 8' sind zweckmäßigerweise auf den Ventilträger 15 aufgeklebt. Der Kleber kann hier im Siebdruckverfahren oder mit einem Dispenser auf den Ventilträger 15 aufgebracht werden. Ebenfalls im Siebdruckverfahren lassen sich elektrisch leitende Flächen oder Leiterbahnen aus Leitpaste auf den Ventilträger 15 aufbringen, um elektrische Leiter 28, 28' zu erhalten, die zur Verbindung mit der elektrisch betätigten Aktorik der Mikroventile 8, 8' dienen.

Die bedarfsgemäße Betätigung der Mikroventile 8, 8' erfolgt unter Vermittlung einer Ventilelektronik 32, die zweckmäßigerweise im Innenraum 4 des Gehäuses 2 platziert ist. Verschiedenen Bauteile 33 der Ventilelektronik sind in Fig. 1 und 3 exemplarisch angedeutet. Im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel als Piezovenile ausgebildeten Mikroventilen 8, 8' beinhaltet die Ventilelektronik 32 zweckmäßigerweise ein Hilfsspannungs-Modul, einen DC/DC-Wandler und ein Entlader-Modul. Zentrales Element ist dabei der DC/DC-Wandler, durch den die Spannungskonvertierung der regelmäßig vorhandenen Eingangsspannung von 24 Volt auf die erforderliche Aktorsteuerspannung erfolgt. Das diesem Wandler vorgeschaltete Hilfsspannungs-Modul dient dazu, die Eingangsspannung auf eine konstante Versorgungsspannung von etwa 10 bis 11 Volt zu reduzieren, um negative Auswirkungen toleranzbedingter Schwankungen der Eingangsspannung zu verhindern. Das Entlader-Modul hat die Aufgabe, beim Abschalten der Eingangsspannung den DC/DC-Wandler abzuschalten und den von einem Piezobieger gebildeten Aktor, der hier eine kapazitive Wirkung hat, zu entladen. Zu diesem Zweck wird vom Entlader-Modul ständig die anliegende Eingangsspannung gemessen und bei Unterschreitung von 15 Volt eine Transistorschaltung aktiviert, die diesen Entlade- und Abschaltvorgang auslöst (nicht dargestellt).

Die notwendige elektrische Schaltung wird zweckmäßigerweise in Teilfunktionen oder vollständig in einem ASIC auf einem Silizium-Chip zusammengefaßt.

Die Ventilelektronikbauteile 33 sitzen an einer aus Fig. 2 gut ersichtlichen, elektrisch leitfähigen Leiterstruktur 34, die auch zur Kontaktierung der Mikroventile 8, 8' dient, indem sie mit den elektrischen Leitern 28 des Ventilträgers 15 in Verbindung steht.

Ein großer Vorteil der beispielsweise Mikroventilanordnung 1 besteht nun darin, daß die gesamte Leiterstruktur 34 unmittelbar am Gehäuse 2 der Mikroventilanordnung 1 vorgesehen ist, das hierbei, zumindest in den die Leiterstruktur 34 aufweisenden Bereichen, als MID-Körper ausgeführt ist, wobei "MID" für "Molded Interconnect Device" steht, also für ein regelmäßig spritzgegossenes Formteil mit strukturiertem Leiterbild.

Die MID-Technik macht es möglich, die Leiterstruktur 34 anders als bei der konventionellen planaren Leiterplattentechnik mehr als zweidimensional auszuführen und insbesondere dreidimensionale Lösungen zu realisieren, wie sie in der Zeichnung zum Ausdruck kommen. Die erforderlichen Leiterstrukturen lassen sich damit wesentlich einfacher auf engstem Raum realisieren, wobei eine praktisch uneingeschränkte Gestaltungsfreiheit herrscht. Indem das Gehäuse 2 selbst den MID-Körper bildet, kann zudem auf se-

parate Leiterstruktur-Träger verzichtet werden, was ein weiteres Einsparpotential bei den Herstell- und Materialkosten zur Folge hat.

Beim Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Leiterstruktur 34 sowohl über die Zwischenwand 7 als auch über die Innenfläche der Außenwandung 3, wobei sie zweckmäßigerweise auf beiden einander entgegengesetzten Wandflächen der Zwischenwand 7 verläuft. Es versteht sich jedoch, daß je nach Gestaltung des Gehäuses 2 beliebige Bestandteile desselben als Träger für die Leiterstruktur 34 fungieren können. Möglich ist insbesondere auch ein mehrteiliger Gehäuseaufbau in der Weise, daß ein die Leiterstruktur 34 aufweisender Teil als MID-Körper und die übrigen Bestandteile in konventioneller Gehäusestechnik ausgeführt sind.

Die Ventilelektronikbauteile befinden sich zweckmäßigerweise in ihrer Gesamtheit an der Zwischenwand 7, wobei sie über die beiden Wandflächen verteilt sind, um eine optimale Raumnutzung zu erhalten.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, erstrecken sich einige Leiter der Leiterstruktur 34 an der Innenfläche der Seitenwand 6 und enden in ersten Verbindungsabschnitten 35, die mit zweiten Verbindungsabschnitten 36 der elektrischen Leiter 28 des Ventilträgers 15 in Verbindung stehen, um auf diese Weise die Ventilelektronik 32 mit der Aktorik der Mikroventile 8, 8' steuerungstechnisch zu verknüpfen.

An der Außenfläche der Seitenwand 6 sind schließlich noch elektrische Anschlußmittel 37 vorgesehen, die ebenfalls mit der Leiterstruktur 34 des Gehäuses 2 verbunden sind und die den Anschluß einer externen Steuereinrichtung und/oder Stromversorgungseinrichtung ermöglichen.

Bei der Herstellung des MID-Gehäuses 2 können verschiedene Verfahren zur Anwendung gelangen. Möglich sind beispielsweise Zwei-Komponenten-Spritzgußverfahren, Heißprägeverfahren, Laser-Direktstrukturierung oder 3D-Maskenbelichtung. Bei Anwendung eines Zwei-Komponenten-Spritzgußverfahrens wird beispielsweise so vorgegangen, daß zuerst ein Körper aus metallisierbarem Kunststoff gespritzt wird, der die Strukturen für die späteren Leiterbahnen formt. In einem Zwischenschritt wird dieser Vorspritzling gebeizt und mit Palladiumkeimen aktiviert. Nach dieser chemischen Behandlung wird in einem weiteren Spritzprozeß ein nicht metallisierbarer Kunststoff um die erste Form gespritzt, der die Zwischenräume des Vorspritzlings auffüllt und die endgültige Form des MID-Körpers erzeugt. In der anschließenden chemischen Metallisierung wird auf der nicht bekeimten Oberfläche des zweiten Spritzvorganges kein Metall abgeschieden, so daß nur auf der freiliegenden Oberfläche des ersten Spritzvorganges Leiterbahnen entstehen, die in einem weiteren Schritt galvanisch verstärkt werden können und die die Leiterstruktur 34 bilden.

Die beiden beim Ausführungsbeispiel vorhandenen Mikroventile 8, 8' sind als 2/2-Wegeventile ausgeführt, wobei es sich in einem Falle um eine Bauform des Typs "normalerweise geschlossen" und im anderen Fall um eine Bauform des Typs "normalerweise geöffnet" handelt. Diese beiden Mikroventile 8, 8' sind nun durch die Ventilelektronik 32 derart ansteuerbar, daß sich in Verbindung mit einer entsprechenden fluidischen Verknüpfung unter Vermittlung des Fluidkanalsystems 16 an den äußeren Anschlußöffnungen 24 eine 3/2-Ventilfunktion abgreifen läßt. Aufbauend auf zwei identischen Ventilen einer einfachen, niedrigen Funktionalität kann auf diese Weise eine Mikroventilanordnung mit höherer Ventulfunktionalität realisiert werden. In der Regel ermöglicht dies einen einfacheren und kostengünstigeren Aufbau als eine vergleichsweise Lösung, bei der nur ein einziges Mikroventil installiert ist, das unmittelbar bereits eine 3/2-Ventilfunktion beinhaltet.

Zu dem Ventilträger 15 sei noch angemerkt, daß sich das Fluidkanalsystem 16 auch zumindest teilweise in Gestalt nutartiger Oberflächenvertiefungen 38 des Ventilträgers 15 realisieren läßt, wie dies exemplarisch in Fig. 6 angedeutet ist. Die Oberflächenvertiefungen 38 werden hier vom jeweils angesetzten Mikroventil 8, 8' unter Bildung von Fluidkanälen überdeckt.

#### Patentansprüche

1. Mikroventilanordnung, mit einem Gehäuse (2), in dem mindestens ein Mikroventil (8, 8') angeordnet ist, das unter Zwischenschaltung eines Ventilträgers (15) an dem Gehäuse (2) festgelegt ist, wobei der Ventilträger (15) zum einen ein mit dem Mikroventil (8, 8') kooperierendes Fluidkanalsystem (16) definiert und zum anderen das Mikroventil (8, 8') von auf das Gehäuse (2) einwirkenden mechanischen und/oder thermischen Einflüssen entkoppelt.
2. Mikroventilanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen gleichzeitig mit mehreren Mikroventilen (8, 8') bestückten Ventilträger (15).
3. Mikroventilanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilträger (15) auf einander entgegengesetzten Seiten mit jeweils mindestens einem Mikroventil (8, 8') bestückt ist.
4. Mikroventilanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Mikroventile (8, 8') über das Fluidkanalsystem (16) so verknüpft sind, das sich bei entsprechender Ansteuerung insgesamt eine Ventilfunktionalität ergibt, die über derjenigen der einzelnen Mikroventile (8, 8') liegt.
5. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere und vorzugsweise sämtliche vorhandenen Mikroventile (8, 8') als 2/2-Wegeventile aufgebaut sind.
6. Mikroventilanordnung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine durch entsprechende Verknüpfung zweier 2/2-Wege-Mikroventile erhaltene 3/2-Wegeventil-Funktionalität.
7. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Elastizitätsmodul (E-Modul) des Ventilträgers (15) gleich oder vorzugsweise größer als derjenige des Grundkörpers (14) des mindestens einen daran befestigten Mikroventils (8, 8') ist.
8. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilträger (15) aus Keramikmaterial besteht, vorzugsweise aus Aluminiumoxidmaterial.
9. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine Mikroventil (8, 8') auf den Ventilträger (15) aufgeklebt ist.
10. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilträger (15) an seiner mit einem Mikroventil (8, 8') bestückten Bestückungsfläche (18, 18') über mindestens eine zu dem Fluidkanalsystem (16) gehörende nutartige Oberflächenvertiefung (38) verfügt.
11. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch eine formschlüssige und/oder kraftschlüssige und/oder stoffschlüssige Befestigung des Ventilträgers (15) am Gehäuse (2).
12. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine Mikroventil mit allseitigem Abstand zum Gehäuse (2) plaziert ist.

13. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch im Gehäuse (2) verlaufende Verbindungskanäle (23), die mit dem Fluidkanalsystem (16) des Ventilträgers (15) kommunizieren, wobei an der fluidischen Schnittstelle zwischen dem Ventilträger (15) und dem Gehäuse (2) ein sämtliche Kanälübergänge gleichzeitig abdichtendes Dichtelement (25) vorgesehen ist.
14. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch einen mikromechanisch strukturierten Aufbau mindestens eines Mikroventils (8, 8').
15. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Mikroventil (8, 8') auf einem piezoelektrischen und/oder einem magnetostriktiven Funktionsprinzip und/oder auf einem Memorymetall-Funktionsprinzip basiert.
16. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse eine dem mindestens einen Mikroventil (8, 8') zugeordnete Ventilelektronik (32) enthält.
17. Mikroventilanordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) zumindest teilweise als MID-Körper ("Molded Interconnect Device") ausgeführt ist, wobei es unmittelbar mit einer zur elektrischen Kontaktierung der Ventilelektronikbauteile (33) und/oder des mindestens einen Mikroventils (8, 8') dienenden Leiterstruktur (34) versehen ist.
18. Mikroventilanordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterstruktur (34) über eine dreidimensionale Ausdehnung verfügt.
19. Mikroventilanordnung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) im Innern mindestens eine Zwischenwand (7) besitzt, die zumindest einen Teil der Leiterstruktur (34) trägt.
20. Mikroventilanordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Leiterstruktur (34) auf beiden einander entgegengesetzten Wandflächen einer Zwischenwand (7) erstreckt.
21. Mikroventilanordnung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilelektronikbauteile (33) zumindest teilweise und vorzugsweise in ihrer Gesamtheit an einer Zwischenwand (7) vorgesehen sind.
22. Mikroventilanordnung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) über eine Außenwandung (3) verfügt, die an der Innenfläche mit zumindest einem Teil der Leiterstruktur (34) versehen ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

